

**DT 26 02 517**

51 International Classification **A 61B 17/38**  
H 03 B 1/02  
A 61 N 3/02

**19 FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY**

**GERMAN**  **PATENT OFFICE**

**11 Publication Document 26 02 517**

21 Reference: P 26 02 517.2

22 Application Date: 1/23/76

43 Publication date: 7/29/76

30 Union Priority: 1/23/75 USA 543489  
32 33 31

54 Title: Electrical surgical device

71 Applicant: Dentsply International Inc. York PA (USA)

74 Representative: Wagner, K.H., Certified Engineer, Patent Attorney, 8000 Munich, Germany

72 Inventor: Gonser, Donald Ivan Cincinnati OH (USA)

The invention concerns an electrical surgical device. Such devices that are operated with high-frequency current are known, and use a passive electrode that possesses a broad face surface for contact with the surface of a patient's skin. For this, a high-frequency potential is established between an active electrode and the passive electrode. In this regard, it is important that the connections with the passive electrode remain uninterrupted so that the patient is not threatened by unintentional alternative high-frequency current return paths within the patient. Such unintentional alternative high-frequency current return paths can result in high-frequency burns to the patient's skin, or burns to operating-room personnel. Various systems have already been proposed in order to monitor the integrity of high-frequency current return paths of a passive electrode whereby operator's direct-current or low-frequency alternating current is used that pass through the patient under certain conditions.

[The drawings show...]

Figure 1      a simplified schematic circuit diagram of a high-frequency electrical surgical device based on an embodiment example of the invention.

Figure 2      a schematic circuit diagram of high-frequency electrical surgical device based on another embodiment example of the invention.

Patent Claim 1:

Protective device for an high-frequency (HF) electrical surgical device with a HF generator, an output line, and a return line, as well as coupling media for the connection of output line and return line with the HF generator, and coupling media for the connection of the output line with an active electrical surgical electrode as power supply to the active electrode, while coupling media are provided for the connection of a passive electrode with a return line,

characterized by

a return line device (427) providing an alternative path to connect the return line (418) with ground, whereby means are provided within the return-line device forming the alternative path to indicate a pre-determined HF return line in the return-line device forming the alternate path.

⑤

Int. Cl. 2:

A 61 B 17/38

⑨ BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

H 03 B 1/02

A 61 N 3/02

DEUTSCHES PATENTAMT



DT 26 02 517 A1

⑪

# Offenlegungsschrift 26 02 517

⑫

Aktenzeichen:

P 26 02 517.2

⑬

Anmeldetag:

23. 1. 76

⑭

Offenlegungstag:

29. 7. 76

⑳

Unionspriorität:

③② ③③ ③①

23. 1. 75 USA 543489

⑤④

Bezeichnung:

Elektrochirurgische Vorrichtung

⑦①

Anmelder:

Dentsply International Inc., York, Pa. (V.St.A.)

⑦④

Vertreter:

Wagner, K.H., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 8000 München

⑦②

Erfinder:

Gonser, Donald Ivan, Cincinnati, Ohio (V.St.A.)

DT 26 02 517 A1

PATENTANWALT  
DIPL.-ING. KARL H. WAGNER

8 MÜNCHEN 22,  
TELEFON 298527  
TELEGRAMMADRESSE:  
PATLAW MÜNCHEN

2602517

23. Januar 1976

76-B-1639

DENTSPLY INTERNATIONAL INC., York, Pennsylvania 17404, U.S.A.

#### Elektrochirurgische Vorrichtung

Die Erfindung bezieht sich auf eine elektrochirurgische Vorrichtung. Solche Vorrichtungen, die mit Hochfrequenz betrieben werden, sind bereits bekannt und verwenden eine passive Elektrode, die eine breite Stirnfläche zur Berührung mit der Hautoberfläche eines Patienten aufweist. Dabei wird ein Hochfrequenzpotential zwischen einer aktiven Elektrode und der passiven Elektrode vorgesehen. In diesem Zusammenhang ist es von Wichtigkeit, daß die Verbindungen mit der passiven Elektrode ungebrochen verlaufen, damit der Patient nicht durch unbeabsichtigte andere Hochfrequenzstrom-Rücklaufpfade vom Patienten gefährdet wird. Derartige nicht beabsichtigte Hochfrequenzstrom-Rücklaufpfade können Hochfrequenzverbrennungen der Haut des Patienten oder des Operationssaal-Personals zur Folge haben. Es wurden bereits verschiedene Systeme vorgeschlagen, um die Integrität des Hochfrequenzstrom-Rückflußpfades einer passiven Elektrode zu überwachen, wobei dazu Gleich- oder Niederfrequenz-Abfrageströme verwendet werden, die unter bestimmten Umständen durch den Patienten geleitet werden.

609831/0889

Solche Abfrageströme können aber für den Patienten gefährlich sein, und die Erfindung beabsichtigt, ein Überwachungssystem vorzusehen, welches keinen derartigen unsicheren Überwachungs-Abfragestrom vorsieht, der dann, wenn er vorhanden ist, durch den Patienten hindurch verlaufen kann.

Wenn eine passive Elektrode nicht ordnungsgemäß elektrisch mit einer Rückleitung in einer derartigen Vorrichtung verbunden ist, so kann sich ein unbeabsichtigter alternativer Stromrücklaufpfad zur Erde ergeben, und es entsteht ein Hochfrequenzpotential zwischen der Patientenrückleitung und Erde. Die Erfindung bezweckt ferner, ein Überwachungssystem vorzusehen, welches dieses Potential verwendet, um anzuzeigen, daß ein fehlerhafter Zustand in der Rückleitung der passiven Elektrode vorliegt. Die Erfindung sieht ferner ein Überwachungssystem vor, welches die elektrochirurgische Vorrichtung dann abschaltet, wenn ein vorbestimmtes Hochfrequenzpotential zwischen der Patientenrückleitung und Erde auftritt.

Die Erfindung sieht speziell eine elektrochirurgische Hochfrequenz-Generatorvorrichtung vor, die einen Trenntransformator verwendet, in dessen Primärwicklung ein Hochfrequenzpotential aufgebaut wird. Das eine Ende einer Sekundärwicklung des Trenntransformators ist mit einer passiven Elektrode und auch über eine Primärwicklung eines zweiten Transformators mit Erde gekuppelt. Eine Sekundärwicklung des zweiten Transformators betätigt ein Relais mit Kontakten, welche einen Leistungsleiter für die Treiberoszillatoren der Vorrichtung abschalten und ein Summerhorn sowie ein Warnsignallicht dann betätigen, wenn sich das vorbestimmte Hochfrequenzpotential aufgebaut hat.

Weitere Vorteile, Ziele und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich insbesondere aus den Ansprüchen sowie aus der Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnung; in der Zeichnung zeigt:

Fig. 1 ein vereinfachtes schematisches Schaltbild einer gem. einem Ausführungsbeispiel der Erfindung aufgebauten elektrochirurgischen Hochfrequenzvorrichtung.

Fig. 2 ein schematisches Schaltbild einer HF-Elektrochirurgievorrichtung gem. einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Bei dem Ausführungsbeispiel gem. Figur 1 wird ein Hochfrequenzpotential durch einen (nicht im einzelnen dargestellten) Hochfrequenzgenerator 402 zwischen einem Erdleiter 403 und einem Leistungsleiter 404 eingeprägt. Das Hochfrequenzpotential wird über einen Kondensator 408 an eine Primärwicklung 406 eines Trenntransformators 407 angelegt. Eine Sekundärwicklung 409 des Transformators 407 steht über einem Kondensator 412 mit einem Koaxialkabel 411 in Verbindung. Das Kabel 411 versorgt ein elektrochirurgisches Handstück 413 mit Leistung, wobei das Handstück eine Handstück-Primärwicklung 414 sowie einen Kondensator 416 in Serie zwischen einem Leistungsmittelleiter 417 und einem äußeren Rückleiter 418 des Kabels 411 aufweist. Eine Handstück-Sekundärwicklung 419 liefert Leistung an eine chirurgische Elektrode 421. Eine passive Elektrode 422 ist mit dem anderen Ende der Sekundärwicklung 409 über einen Leiter 423 und einen Kondensator 424 verbunden. Ein Patient 425 steht in elektrischer Berührung mit der passiven Elektrode 422. Beim üblichen Gebrauch der elektrochirurgischen Vorrichtung erfolgt die elektrische Rückleitung von der

aktiven Elektrode aus durch den Patienten 425, die passive Elektrode 422, den Leiter 423 und den Kondensator 424 und schließlich zur Sekundärwicklung 409.

Gemäß der Erfindung ist eine alternative Hochfrequenzpfad-Rückleitung 427 mit dem anderen Ende der Sekundärwicklung 409 über einen Kondensator 428 verbunden. Der alternative HF-Strompfadrückleiter 427 ist mit Erde über eine Primärwicklung 429 eines Transformators 431 verbunden. Eine Sekundärwicklung 432 des Transformators 431 ist mit einer Relaisinduktivität 433 über einen Gleichrichter 435 und mit einem Filterkondensator 439 verbunden. Relaiskontakte 434 und 436 können dann zur Betätigung eines Alarms 437 verbunden werden, wenn das Relais 433 betätigt ist. Eine geeignete Spannungsquelle 438 liegt in Serie mit den Relaiskontakten 434 - 436 sowie dem Alarm 437, um den Alarm 437 dann mit Leistung zu versorgen, wenn die Relaiskontakte 434 - 436 geschlossen sind. Wenn die Relaisinduktivität 433 erregt wird, so schließen sich die Relaiskontakte 441 - 442 und betätigen eine durch eine Batterie 434 mit Leistung versorgte Halteschaltung, so daß der Alarm weiter betätigt bleibt, wenn die Relaisinduktivität 433 einmal erregt wurde.

Ein gefährlicher Zustand kann dann auftreten, wenn der Leiter 423 elektrisch unterbrochen oder elektrisch von der passiven Elektrode 422 getrennt ist. In diesem Fall kann die elektrische HF-Rückleitung durch einen unbeabsichtigten alternativen HF-Strompfad, wie beispielsweise alternativen Pfad 446 vom Patienten 425 zur Erde erfolgen. Wenn die elektrische HF-Rückleitung durch den alternativen Pfad 446 erfolgt, so geschieht die Rückleitung über die Primärwicklung 429, den Leiter 427 und den Kondensator 428 zur anderen Seite der Sekundärwicklung 409 des Kabels 411, so daß das Relais 433 erregt wird. Das Relais ist in der Weise darge-



stellt, daß es zur Betätigung des Alarms 437 geschaltet ist, wobei darauf hinzuweisen ist, daß das Relais 433 auch derart geschaltet sein kann, daß es die Leistungsversorgung für den HF-Generator 402 und somit die elektrochirurgische Vorrichtung abschaltet.

In Fig. 2 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Fig. 2 zeigt schematisch die Schaltung einer erfindungsgemäßen elektrochirurgischen HF-Vorrichtung. Über Leistungsleiter 11, 12 wird elektrische Wechselstromleistung zugeführt. Eine Erdleitung 13 ist mit einer geeigneten Systemerde, wie beispielsweise einem Wasserrohr 14 und/oder einem entsprechenden Operationsraumerdungssystem verbunden. Die Leistungsleitung 12 kann auch - wie durch eine gestrichelte Leitung 812 angedeutet - mit Erde verbunden sein. Die Erdungsleitung 13 steht mit der einen Seite einer Primärwicklung 16 eines Transformators 17 in Verbindung. Die andere Seite der Primärwicklung 16 steht mit einem Alternativpfad-Rückleiter 511 in Verbindung, der seinerseits über einen Kondensator 512 mit einem Außenleiter 68 eines Koaxialkabels 18 in Verbindung steht. Wenn ein Hochfrequenzpotential zwischen Erde 14 und dem Außenleiter 68 entsteht, so baut sich ein Potential durch eine Transformator-Sekundärwicklung 518 des Transformators 17 zwischen den Leitern 23 und 24 auf.

Die Leistungsleitung 11 steht über eine Leistungsleitungssicherung 118 und über einen Verriegelungsschalter 119 mit einem Leiter 122 in Verbindung. Der Verriegelungsschalter 119 ist während des Betriebs der Vorrichtung geschlossen, kann aber derart angeordnet sein, daß er sich dann öffnet, wenn ein (nicht gezeigtes) Gehäuse der Vorrichtung geöffnet wird. Der Leistungsleiter 12 steht mit einem Leiter 121 in Verbindung.

Die Leiter 121 und 122 sind mit den Polen 123 bzw. 124 eines dreipoligen Ein/Aus-Doppelschalters 126 verbunden. Wenn sich der Ein/Aus-Schalter 126 in der gezeigten Stellung (Aus-Stellung) befindet, so sind die Leiter 121, 122 zur Leistungsübertragung mit einer Primärwicklung 127 eines Transformators 128 verbunden, um eine niedrige Spannung wie beispielsweise 4 V an eine Sekundärwicklung 129 des Transformators 128 anzulegen. Wenn sich der Ein/Aus-Schalter 126 in seiner anderen (Ein-) Stellung befindet, so stehen die Leiter 121 und 122 mit einer Primärwicklung 1291 eines Transformators 130 für dessen Leistungsversorgung in Verbindung. Ein Schalttafellicht 131 ist parallel zur Primärwicklung 1291 geschaltet, um anzuzeigen, daß die Primärwicklung 1291 mit Leistung versorgt wird. Ein thermisch betätigter Schaltungsunterbrecher 1292 liegt in Serie mit der Primärwicklung 1291 und schützt den Transformator 130. Ein dritter Pol 132 des Schalters 126 verbindet, wenn er sich in der Ein-Stellung befindet, Leiter 133 und 134, um eine Seite einer Heizelektrode 135 einer Tetroden-Hauptverstärkungsröhre 136 mit einer Seite einer ersten Sekundärwicklung 137 des Transformators 130 zu verbinden, welche so konstruiert sein kann, daß sie annähernd 6 V Wechselspannung an die Heizelektrode 135 anlegt. Ein Kondensator 2135 liegt zwischen Leitung 133 und Erde, um jeglichen Hochfrequenzstrom der Heizelektrode 135 wegzuführen. Die andere Seite der ersten Sekundärwicklung 137 ist an Erde, und zwar ebenso wie die entgegengesetzt liegende Seite der Heizelektrode 135. Ein Lüftermotor 1371 ist parallel zur Primärwicklung 1291 geschaltet, um einen Lüfter 1372 anzutreiben, der Luft auf die Tetrode 136 und die anderen Bauteile bläst, um die Tetrode und die anderen Bauteile zu kühlen.

Wenn der Ein/Aus-Schalter 126 in seine Aus-stellung geschaltet wird, so verbindet der Pol 132 den Leiter 133 mit der Sekundärwicklung 129 des Transformators 128, so daß die Heizelektrode 135 nicht nur dann geheizt wird, wenn der Ein/Aus-

Schalter 126 sich in der Ein-Stellung befindet, sondern auch dann, wenn sich der Ein/Aus-Schalter 126 in der Aus-Stellung befindet. Wie bereits erwähnt, kann die Sekundärwicklung 129 des Transformators 128 derart ausgebildet sein, daß sie ungefähr 4 V liefert, so daß die Heizelektrode 135 geheizt wird, aber mit einer niedrigeren Temperatur, wenn der Schalter 126 sich in der Aus-Stellung befindet, wobei aber die Elektrode auf einer hinreichend hohen Temperatur gehalten wird, so daß die Vorrichtung sogleich dann arbeitet, wenn der Schalter 126 eingeschaltet wird.

Eine Sekundärwicklung 146 des Transformators 130 liefert eine Wechselspannung von annähernd 2000 V an den Leitern 147/148 für einen Vollwellenbrückengleichrichter 149, der 2000 V Gleichspannung an die Leiter 150 und 151 anlegt. Der Leiter 150 liegt ebenso wie eine Kathode 152 der Tetrode 136 an Erde. Der Leiter 151 ist über eine Anodendrossel 153 und ein Streuungsunterdrückungsnetzwerk 154 an eine Anode 156 der Tetrode 136 angeschaltet, so daß 2000 V Gleichspannung zwischen der Kathode 152 und der Anode 156 der Tetrode 136 liegen. Ein Filterkondensator 157 glättet die vom Gleichrichter 149 kommende Welle. Ein Widerstand 159 mit Abgriff und ein fester Widerstand 159 A liegen in Serie zwischen Leitern 150 und 151. Ein Leiter 158 ist mit dem Abgriff des Abgriffwiderstands 159 verbunden und liefert über einen Widerstand 161 und einen Leiter 162 ein positives Potential an ein Schirmgitter 1620 der Tetrode 136. Eine Spannung von annähernd 380 V kann am Abgriff abgenommen werden, wobei diese Spannung am Schirmgitter aufrechterhalten wird. Ein geeigneter Widerstand 164 leitet einen Schirmgitterstrom an Erde ab. Ein Kondensator 166 liegt zwischen dem Schirmgitter-Leiter 162 und Erde und entfernt Hochfrequenz vom Schirmgitter. In Serie geschaltete Zenerdioden 3000 und 3001 unterdrücken Spannungs-

einschwingvorgänge und regulieren die maximale im stetigen Zustand vorhandene Spannung am Schirmgitter 1620.

Ein Abschnitt 146 A der zweiten Sekundärwicklung 146 des Transformators 130 liegt parallel zu einem Kondensator 146 B zur Bildung eines abgestimmten Kreises, der auf eine Leitungseingangsfrequenz, die 60 Hz sein kann, abgestimmt ist, um die Sekundärwicklungsspannungen auf eine Änderungsgröße von annähernd  $\pm 1\%$  zu stabilisieren, und zwar für eine Änderung der Eingangsspannung von  $\pm 10\%$ , wie sie an der Primärwicklung 1291 auftritt. Demgemäß ist der Transformator 130 ein im wesentlichen konstanter Spannungstransformator, der sämtliche Schaltungen der Vorrichtung stabilisiert.

Eine Vorspannung für das Steuergitter 168 der Tetrode 136 wird durch eine dritte Sekundärwicklung 169 des Transformators 130 geliefert. Ein erster Leiter 171 der Wicklung 169 steht mit Erde in Verbindung und ein zweiter Leiter 172 der Wicklung 169 ist an einen Gleichrichter 173 angeschlossen. Der Gleichrichter 173 liefert ein negatives Potential über einen Widerstand 1741 und eine Induktivität 1742 an einen Leiter 174, der mit einem Ende einer ersten Serienwicklung 176 eines Transformators 1761 verbunden ist. Das andere Ende der Wicklung 176 steht über eine zweite Serienwicklung 1762 des Transformators 1761 mit einem Leiter 179 in Verbindung, der mit dem Steuergitter 168 der Tetrode 136 verbunden ist. Ein Kondensator 188 liegt zwischen Erde und einem Verbindungspunkt 1743 und glättet die Wellenform des Potentials vom Gleichrichter 173. Ein Widerstand 183 liegt parallel zum Kondensator 181 und dient zur Entladung des Kondensators 181 dann, wenn die Vorrichtung abgeschaltet wird. Die Vorspannung kann annähernd - 120 V betragen.

Oscillator-Schaltungen 184 und 186 für die Vorrichtung werden durch eine vierte Sekundärwicklung 187 des Transformators 130 mit Leistung versorgt. Leiter 188, 189 und 190 von der Wicklung 187 stehen über einen einpoligen Doppelschalter 191 mit einem Vollwellenbrückengleichrichter 192 in Verbindung, der eine Gleichspannung an die Leiter 193 und 194 legt. Wenn sich der Schalter 191 in der gezeigten Stellung befindet, so wird eine Spannung von annähernd 16 V an die Leitungen 193 und 194 gelegt. Wenn der Schalter 191 sich in seiner anderen Stellung befindet, so wird eine Spannung von annähernd 25 V an die Leiter 193 und 194 angelegt. Ein Kondensator 195 liegt an den Leitern 193 und 194 und glättet die Brummspannung. Ein Widerstand 1961 liegt an den Leitern 193 und 194 und entlädt den Kondensator 195 dann, wenn die Vorrichtung abgeschaltet wird. Der Leiter 193 liegt an Erde. Der Leiter 194 ist ein Hauptleistungsleiter und steht normalerweise über normalerweise geschlossene Kontakte 311 und 312 eines Relais und einen Leiter 321 mit dem Pol eines einpoligen Doppelschalters 196 in Verbindung. Wenn sich der Schalter 196 in der gezeigten Stellung befindet, so liegt der Leiter 321 über einen kurzen Leiter 197 am Pol eines einpoligen Doppelschalters 198. Die Schalter 196 und 198 können von Fuß betätigte Schalter sein. Die Schalter 196 und 198 sind in ihren normalen Stellungen dargestellt. Wenn der Schalter 196 in seine andere Stellung geschaltet wird, so ist der Hauptleistungsleiter 194 mit einem Leiter 199 verbunden. Wenn der Schalter 198 in seine andere Stellung gebracht wird, während der Schalter 196 in der gezeigten Stellung verbleibt, so liegt der Hauptleistungsleiter 194 an einem Leiter 200. Wenn die Schalter 196 und 198 beide in ihre andere Stellung verdreht werden, so ist der Leiter 194 mit dem Leiter 199 verbunden, und es ist unmöglich, die beiden Leiter 199 und 200 mit dem Leiter 194 zur gleichen Zeit zu

verbinden. Der Leiter 199 ist mit der einen Seite eines Potentiometers 201 verbunden. Die andere Seite des Potentiometers 201 liegt an Erde, und zwar über einen einstellbaren Widerstand 202. In ähnlicher Weise ist der Leiter 200 mit der einen Seite eines Potentiometers 203 verbunden. Die andere Seite des Potentiometers 203 liegt an Erde, und zwar über einen einstellbaren Widerstand 204. Wenn somit der Schalter 196 in seine andere Stellung gebracht wird, so wird eine ausgewählte Gleichspannung am Potentiometer 201 eingeprägt, und wenn der Schalter 198 in seine andere Stellung gebracht wird, während der Schalter 196 in der gezeigten Stellung verbleibt, so wird eine ausgewählte Gleichspannung am Potentiometer 203 eingeprägt.

Eine Spannung zwischen 0 und der ausgewählten Spannung wird dann am mit dem Abgriff des Potentiometers 203 verbundenen Leiter 206 eingeprägt, wenn sich der Schalter 198 in seiner anderen Stellung befindet und der Schalter 196 die gezeigte Stellung einnimmt. Der Leiter 206 ist über eine Induktivität oder Drossel 207 mit dem Kollektor eines Transistors 208 verbunden, der einen Teil der Oszillatorschaltung 186 bildet. Der Emitter des Transistors 208 liegt an Erde. Der Leiter 206 ist ebenfalls durch Widerstände 209 und 211 und einen Gleichrichter 212 mit der einen Seite einer Zerhackerspule 213 verbunden. Der Gleichrichter 212 dient zur umgekehrten Vorspannung der Basis des Transistors 208 und steht mit der einen Seite der Zerhackerspule 213 in Verbindung, die durch einen Oszillatorkreis erregt wird, welcher aus einer Induktivität 214 und einem Kondensator 216 verbunden mit dem Transistor 208 besteht, in dem eine kontinuierliche Schwingung durch den Oszillatorkreis aufgebaut wird. Die andere Seite der Zerhackerspule 213 liegt an der Basis des Transistors 208. Der Gleichrichter 212 liefert die für die Basis des Transistors 208 erforderliche umgekehrte Vorspannung und ist auch mit Erde verbunden, und zwar über einen Kondensator 217, der die Vor-

spann-Netzwerkschaltung aufbaut. Ein Vorspanngleichrichter 2171 liegt zwischen Erde und einem Verbindungspunkt zwischen den Widerständen 209 und 211. Der Oszillatorkreis ist mit dem Kollektor des Transistors 208 über einen Kopplungskondensator 218 verbunden. Ein Kondensator 219 liegt zwischen dem Emitter und dem Kollektor des Transistors 208, um Hochfrequenzpotentiale abzuleiten. Ein Kondensator 777 bildet eine Umgehung für den Erdschluß zur Dämpfung der HF-Rückkopplung in die Leitung 206 dann, wenn die Oszillatorschaltung 186 in Betrieb ist. Die Oszillatorschaltung kann abgestimmt werden, um mit einer Frequenz von annähernd 1,6 MHz zu schwingen. Die Schwingung wird von der Transformatorwicklung 1762 aufgenommen, und ihre Spannung wird durch die Transformatorwicklung vervielfacht und über Leiter 179 dem Steuergitter 168 der Tetrode 136 eingeprägt, um eine verstärkte Ausgangsgröße durch die Tetrode 136 mit dieser Frequenz zu erzeugen. Die Ausgangsgröße der Tetrode 136 wird durch einen Leiter 220 an eine Ausgangsschaltung geliefert, die über Kondensator 221 mit einem abgestimmten Schaltnetzwerk verbunden ist, welches Kondensatoren 222 und 225 sowie Induktivitäten 223 und 226 aufweist. Die rechten Enden der Induktivitäten 223 und 226 sind mit Erde verbunden, so daß dann, wenn ein Ausfall bei den Kondensatoren 221 und 222 auftreten sollte, die Gleichstromausgangsgröße der Tetrode 136 direkt ohne Gefährdung des Patienten 70 zur Erde abgeleitet würde. Ein zwischen dem Kondensator 222 und der Induktivität 223 eingeschalteter Abgriff 224 verläuft zur einen Seite des Kondensators 225. Die andere Seite des Kondensators 225 steht mit der einen Seite einer Primärwicklung 501 eines Transformators 502 in Verbindung. Die andere Seite der Primärwicklung 501 liegt an Erde. Ein Ende einer Sekundärwicklung 503 des Transformators 502 ist über einen Kondensator 504 mit einem Mittelleiter 63 des Koaxialkabels 18 gekoppelt, und über eine Kabelendanzordnung 53 mit dem einen Ende einer Treiberspule 28. Das andere Ende der Sekundärwicklung 503

liegt am anderen Leiter 68 des Koaxialkabels 18. Das andere Ende der Treiberspule 28 steht über einen Kondensator 49 mit dem anderen Leiter 68 des Koaxialkabels 18 in Verbindung. Die passive Elektrode 22 liegt über einen Leiter 522 an der einen Seite des Kondensators 227. Die andere Seite des Kondensators 227 liegt am Außenleiter 68. Auf diese Weise wird ein kontinuierliches HF-Oszillationspotential in einer Treiberspule 26 und in einer aktiven Elektrode 19 aufgebaut, und eine elektrochirurgische Operation kann dann durchgeführt werden, wenn die Elektrode 19 zum Patienten 70 hingeführt wird, der auf einem Operationstisch 71 liegt, wobei sich die passive Elektrode 22 in Berührung mit dem Patienten befindet. Das eine Ende der Treiberspule 26 liegt an der aktiven Elektrode 19. Das andere Ende der Treiberspule 26 liegt am Mittelleiter 63 des Koaxialkabels 18.

Solange die passive Elektrode 22 mit dem Außenleiter 68 über den Leiter 522 und den Kondensator 227 verbunden ist, ist ein Rückleitungspfad für den HF-Strom vorgesehen, und dann, wenn die Elektrode 19 dicht an den Patienten oder in Berührung mit dem Patienten 70 gebracht wird, kann eine elektrochirurgische Operation sicher durchgeführt werden. Wenn jedoch diese Kupplung beispielsweise durch elektrischen Ausfall des Leiters 522 unterbrochen wird, so wird der eine niedrige Impedanz aufweisende Rückflußpfad zum Außenleiter 68 und zur Sekundärwicklung 503 durch die passive Elektrode unterbrochen. Wie durch die gestrichelte Linie 72 angedeutet ist, kann sich der Operationstisch auf Erde befinden, und auch andere Gegenstände, die mit dem Patienten verbunden sein können, können sich auf Erdpotential befinden, was unerwünschte alternative Rückstrompfade liefert. Dabei wird ein Hochfrequenzpotential zwischen Erde 14 und dem Außenleiter 68 aufgebaut, was ein Hochfrequenzpotential im Transformator 17 und zwischen den Leitern 23 und 24 zur Folge hat. Dieses Potential wird durch ei-



nen Gleichrichter 74 gleichgerichtet, um ein Gleichstrom-potential an der Spule des Relais 31 zur Erregung des Relais 31 zu erzeugen. Zusätzlich sieht die Erfindung einen Kondensator 76 parallel zur Relaispule 31 vor, der den Strom für die Relaispule 31 glättet. Ein parallel zur Relaispule 31 liegender einstellbarer Widerstand 77 kann derart eingestellt werden, daß er die Spannung bestimmt, bei der das Relais 31 erregt wird. Wenn das Relais 31 erregt wird, so öffnen sich die normalerweise geschlossenen Kontakte 311 und 312, und die normalerweise offenen Kontakte 312-313 schließen sich, um den Hauptniedergleichspannungsleistungsleiter 194 vom Leiter 321 zur Erregung des Schalters 196 abzutrennen, und um den Hauptniedergleichspannungsleistungsleiter 194 mit der Spule des Relais 31 zu verbinden, um das Relais 31 durch einen Widerstand 431 an Erde erregt zu halten. Gleichzeitig schließen sich die normalerweise offenen Relaiskontakte 316-317, um ein Summerhorn 81 an Transformatorleiter 188 und 190 zu legen, um das Tönen des Horns 81 zu bewirken. Eine Warnlampe 811 liegt parallel zum Horn 81, um ein sichtbares Signal zu erzeugen. Das Relais 31 wird automatisch dann zurückgestellt, wenn der Haupt-Ein/Aus-Schalter 126 in die Aus-Stellung gebracht wird, um den Transformator 130 abzuschalten. Eine geeignete Relaisrückstellvorrichtung der üblichen Bauart kann ein Teil des Relais 31 bilden, um das Relais dann zurückzustellen, wenn das Relais 31 abgeschaltet ist.

Wenn sich der Ein/Aus-Schalter 126 in seiner anderen oder Ein-Stellung befindet, so wird der Schalter 198 in seine andere Stellung bewegt und der Schalter 196 bleibt in der gezeigten Stellung und ein einpoliger Doppel-Mischschalter 2341 ist in der gezeigten Aus-Stellung, wobei eine kontinuierliche Schwingung der Treiberspule 28 eingeprägt wird. Wenn der Schalter 196 in seine andere Stellung bewegt wird, und während sich der einpolige Doppel-Mischschalter 2341 in der gezeigten Aus-Stellung befindet, wird die Oszillatorschaltung 184 erregt, um

eine unterbrochene Schwingung in der Treiberspule 28 zu erzeugen. Der Schwing- oder Oszillatorkreis 184 gleicht im allgemeinen der Schaltung 186, die bereits beschrieben wurde und weist einen Transistor 237, eine Oszillatorkreisinduktivität 238, eine Oszillatorkreiskapazität 239 und eine Zerkhackerspule 240 sowie zugehörige Elemente auf. Ein mit dem Abgriff des Potentiometers 201 verbundener Leiter 241 steht über eine Drossel 242 mit dem Kollektor des Transistors 237 in Verbindung. Die Bewegung des Schalters 296 in seine andere Stellung prägt eine ausgewählte Gleichspannung dem Potentiometer 201 auf und eine Gleichspannung zwischen 0 und der ausgewählten Spannung wird dem Leiter 241 aufgeprägt. Der Emitter des Transistors 237 ist mit Erde verbunden. Die Oszillatorschaltung 184 wird in Gang gesetzt, um eine Oszillatorfrequenz von annähernd 1,8 MHz an das Steuergitter der Tetrode 136 zu liefern. Der Leiter 199, der mit der hochliegenden Seite des Potentiometers 201 verbunden ist, steht ebenfalls über den Pol des Mischschalters 2341 mit einem Leiter 245 in Verbindung, der mit Basisleitern der Transistoren 244 und 246 in Verbindung steht, die einen Multivibratorkreis über Widerstände 247 bzw. 248 bilden. Der Kollektorleiter des Transistors 244 ist über einen Kondensator 249 mit der Basis des Transistors 246 gekoppelt, und der Kollektor des Transistors 246 ist über einen Kondensator 251 mit der Basis des Transistors 244 gekuppelt. Die Kollektoren der Transistoren 244 und 246 stehen mit der Leitung 245 über Widerstände 2511 bzw. 2512 in Verbindung. Die Emitter der Transistoren 244 und 246 sind an Erde angeschlossen. Der Multivibratorkreis kann derart ausgebildet sein, daß er bei einer Frequenz von annähernd 7000 Hz schwingt. Ein Leiter 252 vom Kollektor des Transistors 244 ist über einen Kopplungskondensator 253 und einen Gleichrichter 2531 sowie einen parallel zum Gleichrichter 2531 geschalteten Widerstand 2532 mit der Basis des Transistors 237 verbunden, so daß die Arbeitsweise der Oszil-

latorschaltung 184 mit einer Frequenz von 7000 Hz unterbrochen wird, um ein unterbrochenes Oszillatorpotential an das Steuergitter der Tetrode 136 zu legen, und um ein unterbrochenes Hochfrequenz-Oszillatorpotential an die Elektrode 19 zu liefern. Der Gleichrichter 2531 und der parallel dazu geschaltete Widerstand 2532 bilden ein Netzwerk, welches die durch die Multivibratorschaltung erzeugte Wellenform bewahrt, wenn sie durch die Oszillatorschaltung 184 übertragen wird.

Ein einstellbarer Kondensator 1765 liegt zwischen dem Leiter 179 und Erde und kann derart eingestellt werden, daß er mit den Transformatorsekundärwicklungen 176 und 1762 und mit dem Kondensator 2172 abgestimmt ist, so daß die Gittereingangsgröße mit der Anodenserienabstimmungsschaltung 222, 223, 225 und 226 abgestimmt ist. Diese beiden Schaltungen sind mit den Treibereingangsozillatorschaltungen 184 und 186 auf annähernd 1,8 MHz abgestimmt.

Wenn der Mischschalter 2341 sich in seiner anderen oder seiner Ein-Stellung befindet, so bewirkt die Bewegung des Schalters 198 in seine andere Stellung, während der Schalter 196 sich in der gezeigten Stellung befindet, die Erregung von beiden Oszillatorschaltungen 184 und 186.

Die Oszillatorschaltung 186 wird in der gleichen Weise wie eben beschrieben erregt. Der Leiter 200, der mit dem Schalter 198 in Verbindung steht, liegt über einen Leiter 256, einen Gleichrichter 257, den Mischschalter 2341, den Leiter 245 und einen einstellbaren Widerstand 2572 am Leiter 199, der mit dem rechten Ende des Potentiometers 201 in Verbindung steht. Der Gleichrichter 257 verhindert eine unerwünschte Querspeisung zwischen den Leitern 199 und 200. Ein Gleichrichter 2570 liefert die volle Gleichspannung an die zu den Transistoren 244 und 246 gehörende Multivibratorschaltung, wenn der Gleich-

spannungsabfallwiderstand 2572 in die Schaltung eingeschaltet ist (Mischposition), um eine konstante Spannung am Multivibratorkreis zur Gewährleistung eines stabilen Betriebs aufrechtzuerhalten. Sowohl die Oszillatorschaltung 184 als auch die Oszillatorschaltung 186 werden in Betrieb gesetzt, und eine Ausgangsgröße wird von der Tetrode 136 geliefert, um die Elektrode 19 mit Energie zu versorgen, welche die unterbrochene Schwingung des Kreises 184 mit der unterbrochenen Schwingung des Kreises 186 kombiniert.

Der Leiter 245 der Multivibratorschaltung ist ebenfalls mit einer Tonsignalvorrichtung 271 verbunden, die ein Tonsignal mit einer ausgewählten Frequenz von beispielsweise 2900 Hz erzeugt. Die Tonsignalvorrichtung 271 steht mit Erde über einen Pol 2721 eines Ein/Aus-Schalters 272 und einen Widerstand 273 in Verbindung. In ähnlicher Weise ist der Leiter 200, der mit der hochliegenden Seite des Potentiometers 203 verbunden ist, auch mit einer zweiten Tonsignalvorrichtung 274 verbunden, die so aufgebaut ist, daß sie ein Tonsignal mit einer zweiten ausgewählten Frequenz erzeugt, wobei diese Frequenz beispielsweise 4500 Hz sein kann. Die Tonsignalvorrichtung 274 steht mit Erde über einen Pol 2722 des Ein/Aus-Schalters 272 und einen Widerstand 276 in Verbindung. Die Tonsignalvorrichtung 271 erklingt dann, wenn das Potentiometer 201 erregt ist, um die Oszillatorschaltung 184 zu erregen, um so ein Tonsignal zu erzeugen, welches dem Benutzer der Vorrichtung anzeigt, daß der Oszillatorkreis 184 arbeitet. Die Tonsignalvorrichtung 274 erzeugt in ähnlicher Weise ein Tonsignal dann, wenn der Oszillatorkreis 186 erregt ist, um anzuzeigen, daß der Oszillatorkreis 186 in Betrieb ist. Wenn die beiden Oszillatorkreise 184 und 186 arbeiten, d.h. wenn ein Mischstrom erzeugt wird, so wird ein Tonsignal erzeugt, welches eine Mischung der beiden ausgewählten Frequenzen ist. Der Gleichrichter 2570 stellt eine Gleichspannung an der Tonsignalvorrichtung

271 dann sicher, wenn sich der Schalter 2341 in der Mischstellung (oder Ein-Stellung) befindet. Wenn der Benutzer die Tonsignale nicht wünscht, so kann der Ein/Aus-Schalter 272 geöffnet werden. Die Widerstandswerte der Widerstände 273 und 276 bestimmen die Lautstärke der Tonsignale.

Der gemäß der Erfindung vorgesehene Kondensator 227, über den die passive Elektrode 22 mit der Rückleitungsseite der Sekundärwicklung 503 verbunden ist, gestattet den Durchgang von HF-Strom für die elektrochirurgische Wirkung, begrenzt aber den Durchgang von Niederfrequenzstrom, der dem Patienten einen Schlag versetzen könnte. Der Kondensator 49, über den die Treiberspule 28 mit dem Außenleiter 68 gekoppelt ist und der Kondensator 504, durch den der Mittelleiter des Koaxialkabels 218 mit der Sekundärwicklung 503 gekoppelt ist, bildet in ähnlicher Weise einen Durchgang für den HF-Strom, verhindert aber den Durchgang von Niederfrequenzstrom, der als eine Sub-Harmonische des Hochfrequenzstroms erzeugt wird, um die Spulen 28 und 26 von einem derartigen Niederfrequenzstrom zu trennen, um so die sog. Faraday'sche Wirkung oder den Effekt des ungewollten Muskelzusammenziehens zu eliminieren.

## P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Schutzvorrichtung für eine elektrochirurgische HF-Vorrichtung mit einem HF-Generator, einem Leistungsleiter und einem Rückleiter sowie Kupplungsmitteln zur Verbindung von Leistungsleiter und Rückleiter mit dem HF-Generator und Kupplungsmitteln für die Verbindung des Leistungsleiters mit einer aktiven elektrochirurgischen Elektrode zur Leistungsver-sorgung der aktiven Elektrode, während Kupplungsmittel zur Verbindung einer passiven Elektrode mit dem Rückleiter vorgesehen sind, g e k e n n z e i c h n e t durch eine einen alternativen Pfad bildende Rückleitervorrichtung (427) zur Verbindung des Rückleiters (418) mit Erde, wobei in der den alternativen Pfad bildenden Rückleitervorrichtung Mittel vorgesehen sind, um eine vorbestimmte HF-Rückleitung in der einen alternativen Pfad bildenden Rückleitervorrichtung anzuzeigen.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kupplungsvorrichtung für den Leistungsleiter und den Rückleiter zum HF-Generator (402) einen Trenntransformator (407) aufweist, der eine mit dem HF-Generator gekoppelte Primärwicklung (406) und eine mit dem Leistungsleiter und dem Rückleiter gekoppelte Sekundärwicklung (409) aufweist (Fig. 1).

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die den alternativen Pfad bildenden Rückleitervorrichtungen eine primäre Rückpfadwicklung (429) aufweisen, die eine sekundäre Rückwicklung (432) betätigt, welche wiederum ein Relais (433) mit Leistung versorgt (Fig. 1).

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,

609831/0889

ORIGINAL INSPECTED

daß das Relais einen Alarm betätigt.

5. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Relais eine Schaltvorrichtung betätigt, um den HF-Generator abzuschalten.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kupplungsmittel zur Verbindung des Leistungsleiters und des Rückleiters mit dem HF-Generator einen Trenntransformator aufweisen, der eine mit dem HF-Generator verbundene Primärwicklung besitzt, und wobei eine Sekundärwicklung mit dem Leistungsleiter und dem Rückleiter gekuppelt ist, und wobei der Leistungsleiter mit einem Ende einer ersten Handstückwicklung und dem einen Ende einer zweiten Handstückwicklung gekuppelt ist, und wobei das andere Ende der ersten Handstückwicklung mit der Rückleitung in Verbindung steht, und das andere Ende der zweiten Handstückwicklung mit der aktiven Elektrode gekuppelt ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die den alternativen Pfad bildende Rückleitervorrichtung eine Primärwicklung eines Transformators umfaßt, wobei eine Sekundärwicklung des Transformators die Anzeigemittel erregt.

8. HF-elektrochirurgische Vorrichtung mit einem HF-Generator mit Masse (Chassis-Erde), einer mit dem HF-Generator zur Energieversorgung verbindbaren aktiven Elektrode sowie einer mit der Masse gekuppelten passiven Elektrode sowie einer System-Erde, insbesondere nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch einen Transformator, Mittel einschließlich einer Primärwicklung des Transformators zur Verbindung der System-Erde mit der Masse, ein mit einer Sekundärwicklung des Transformators verbundenes Re-

lais, welches dann betätigt wird, wenn ein vorbestimmtes HF-Potential an die Verbindungsmittel angelegt ist, und durch das Relais betätigte Mittel zur Abschaltung des Generators von der Leistungsversorgung der aktiven Elektrode dann, wenn das Potential an den Verbindungsmitteln einen vorbestimmten Wert übersteigt.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel zur Verbindung der passiven Elektrode mit der Masse einen Kondensator in Reihe zwischen der passiven Elektrode und der Masse aufweisen.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8, gekennzeichnet durch einen veränderbaren Widerstand, der parallel zum Relais geschaltet ist, um den vorbestimmten Wert des Potentials an den Verbindungsmitteln zu bestimmen, bei welchem das Relais betätigt wird.

11. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel vorgesehen sind, die durch das Relais betätigt werden, um ein hörbares Warnsignal bei Relaisbetätigung zu erzeugen.

12. Vorrichtung in Verbindung mit einer elektrochirurgischen HF-Vorrichtung, die einen HF-Generator sowie eine Leistungsquelle zur Leistungsversorgung des HF-Generators mit Schaltungsmitteln aufweist, welche mit dem HF-Generator verbunden sind, um an einem Patienten elektrochirurgische Vorgänge durchzuführen, und wobei die Schaltungsvorrichtungen einen ersten Stromrückflußpfad vom Patienten zum HF-Generator beim Anschluß an den Patienten bilden, gekennzeichnet durch Mittel zum Aufbau eines alternativen Stromrückflußpfades für mindestens einen Teil des ersten Stromrückflußpfades vom Patienten zum HF-Generator, wobei ein Überwachungssystem mit dem al-



alternativen Stromrückflußpfad verbunden ist, um den im alternativen Stromrückflußpfad fließenden Strom zu überwachen, und wobei Mittel an das Überwachungssystem angeschaltet sind, um die Leistungsquelle dann abzuschalten, wenn der HF-Strompegel im alternativen Stromrückflußpfad einen vorbestimmten HF-Strompegel übersteigt.

13. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der alternative Stromrückflußpfad zwischen einer Systemerde und einer Masse liegt.



